

Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 19 / Nº 937 | 01 . 03 . 2008

CIENCIAS COGNITIVAS

La última frontera

La mente es un misterio y su estudio y el de sus representaciones desveló (y desvela) a los filósofos desde Platón y Aristóteles hasta hoy; al fin y al cabo, comprender la mente significa comprender la naturaleza del pensamiento y el conocimiento, esos dos rasgos que, puede presumirse (porque en este terreno todo es resbaladizo e incierto), nos hacen específicamente humanos.

La última...

POR PAUL THAGARD

Los movimientos serpenteantes del cerebro, las emociones, la conciencia, el cuerpo y su contexto socio-cultural y ese profundo misterio que es el pensamiento parecen estar –según algunos– en "la última frontera del conocimiento". Para echar luz sobre estos temas, **Futuro**, siempre alerta, siempre curioso, siempre audaz, adelanta fragmentos del libro *La mente, introducción a las ciencias cognitivas* (Katz Editores), del filósofo canadiense Paul Thagard.



PREFACIO

Las ciencias cognitivas, dedicadas al estudio de la mente y la inteligencia desde un punto de vista interdisciplinario, son fruto de la confluencia entre la filosofía, la psicología, la inteligencia artificial, la neurociencia, la lingüística y la antropología.

Sus orígenes intelectuales se remontan a mediados de la década de 1950, cuando investigadores provenientes de distintos campos comenzaron a formular teorías de la mente valiéndose de representaciones y procesos computacionales complejos.

En cuanto a los orígenes institucionales, éstos datan de mediados de los años setenta, época en que se fundó la Sociedad de Ciencias Cognitivas en los Estados Unidos y se publicó por primera vez la revista *Cognitive Science*. Desde entonces, más de sesenta universidades estadounidenses y europeas han creado carreras de ciencias cognitivas, y muchas otras universidades dictan materias relacionadas con este campo.

Mi intención al escribir este libro ha sido poder contar con un manual que no requiere conocimientos previos en ninguno de los campos de las ciencias cognitivas. También he pretendido mostrar a los estudiantes interesados en los problemas de la mente y la inteligencia que existen muchos enfoques complementarios en la investigación sobre las funciones mentales.

Existen al menos tres formas distintas de presentar las ciencias cognitivas ante un público formado en disciplinas diversas. La primera consiste en centrarse en los distintos campos: la psicología, la inteligencia artificial y las demás disciplinas involucradas. La segunda es organizar el curso según las distintas funciones mentales, como la resolución de problemas, la memoria, el aprendizaje y el lenguaje.

En este libro, he decidido tomar otro camino, en el que hago una descripción y una evaluación sistemáticas de las principales teorías de la representación mental formuladas por distintos teóricos, que incluyen la lógica, las reglas, los conceptos, las analogías, las imágenes y las conexiones (redes neuronales artificiales).

Para cumplir con el objetivo que me había propuesto, debí explicar lógica de forma tal que fuera accesible a los estudiantes de psicología, exponer algoritmos computacionales para que los entendieran los estudiantes de literatura, o presentar debates filosóficos de modo sencillo para que a los estudiantes de ciencias de la computación les resultaran atractivos.

El libro está escrito con gran entusiasmo y respeto por los aportes que han hecho las teorías de la representación mental y los procesos computacionales al conocimiento de la mente, aunque soy consciente de que las ciencias cognitivas tienen un largo camino por recorrer. Para complementar el presente texto, recomiendo la lectura de otro libro del que soy editor: *Mind readings: Introductory selections on cognitive science* (MIT Press, 1998).

CAP. I. ENFOQUES DE LA CIENCIAS COGNITIVAS

1. Representación y computación

El estudio de la mente

¿Quién no se ha preguntado alguna vez cómo funciona la mente? Todos realizamos a diario una gran variedad de tareas mentales, desde resolver problemas en el trabajo o la escuela hasta tomar decisiones vinculadas con nuestra vida personal, encontrar los motivos de las acciones de los demás o adquirir nuevos conceptos, como el de *telefonía celular* o *Internet*.

El objetivo principal de la ciencia cognitiva es encontrar las explicaciones de cómo se realizan esas formas de pensamiento. Esta disciplina científica no se limita a describir los distintos tipos de estrategias de aprendizaje y de resolución de problemas, sino que ofrece una explicación acerca de cómo realiza la mente esas operaciones.

Además, da cuenta de los casos en los que la mente no funciona con la eficacia deseada; por ejemplo, cuando se toman decisiones equivocadas. Comprender cómo funciona la mente es importante para muchas actividades prácticas.

Si los docentes saben cuáles son los mecanismos de pensamiento de los estudiantes, podrán aplicar los métodos de enseñanza adecuados. Para los ingenieros y otros profesionales dedicados al diseño de productos, es importante saber cuáles son los probables procesos mentales que permitirán que los futuros usuarios hagan un uso eficaz o ineficaz de esos productos. En el caso de los científicos especializados en informática, el conocimiento de qué factores hacen que las personas sean inteligentes es de utilidad en el diseño de computadoras más inteligentes. Y para los políticos y los responsables de la toma de decisiones, el éxito de su carrera depende de la comprensión de los procesos mentales de las personas con las que interactúan.

Sin embargo, el estudio de la mente no es tarea sencilla, puesto que no es posible tener acceso directo a ella. A lo largo de los siglos, los filósofos y los psicólogos han recurrido a un conjunto de metáforas y comparaciones para referirse a la mente.

Se ha afirmado que es como una página en blanco sobre la que se hacen impresiones, o como un instrumento hidráulico en el que se ejercen distintas fuerzas o que es semejante a un conmutador telefónico. En los últimos cincuenta años han surgido nuevas metáforas gracias al desarrollo de nuevas clases de computadoras.

Muchos especialistas en ciencia cognitiva, si bien no todos, consideran que el pensamiento es una especie de proceso computacional y utilizan metáforas relacionadas con el campo de la computación para describir y explicar cómo las personas aprenden y resuelven problemas.

¿QUE SABEMOS?

Cuando empiezan una carrera universitaria, los estudiantes tienen que aprender mucho más que lo que dicen los textos. Según la carrera elegida, variarán los temas, pero en todas es necesario aprender algunos aspectos básicos sobre cómo funciona la universidad.

¿Cómo se hace para anotarse en una materia? ¿A qué hora empiezan las clases? ¿Qué cátedras son buenas y cuáles no? ¿Cuáles son los requisitos para obtener el título? ¿Cuál es el mejor camino para ir de un aula a otra? ¿Cómo son los demás estudiantes? ¿Cuál es el mejor lugar para salir un viernes a la noche?

Las respuestas a esas preguntas se almacenan en algún lugar de la mente, pero ¿dónde? La mayoría de los especialistas coinciden en que el conocimiento consiste en *representaciones mentales*. Todo el mundo sabe qué es una representación no mental, como lo son las palabras escritas en esta página.

La frase "esta página" es a su vez una representación de la página que el lector está viendo en este momento. En las instituciones educativas abundan las representaciones gráficas, los mapas, por ejemplo, de modo que los estudiantes están habituados a verlas.

El conocimiento sobre la vida en la universidad no se adquiere sólo para acumular información. Los estudiantes se enfrentan con numerosos problemas: cómo lograr un buen desempeño al cursar las materias, cómo llevar una vida social satisfactoria y cómo obtener un trabajo después de recibirse. Resolver ese tipo de problemas requiere operar con representaciones mentales; por ejemplo, cuántas materias les restan para recibirse o no anotarse nunca más en ninguna materia dictada por el profesor Tedio.

Según la ciencia cognitiva, las personas experimentan *procesos* mentales que actúan sobre las representaciones para generar pensamientos y acciones. Los distintos tipos de representaciones mentales, como las reglas y los conceptos, se asocian con distintas clases de procesos mentales.

LOS INICIOS

Los primeros intentos por comprender la mente y su funcionamiento se remontan a la antigua Grecia, o quizás antes, con las primeras teorías sobre la naturaleza del conocimiento formuladas por filósofos como Platón y Aristóteles.

Platón pensaba que el conocimiento más importante provenía de conceptos como la *virtud*, conceptos innatos que no dependían de la experiencia sensible. Otros filósofos, como Descartes y Leibniz, pensaban que el conocimiento se adquiría gracias al pensamiento y al razonamiento, por lo que su enfoque se denomina *racionalismo*.

Por el contrario, Aristóteles abordó el tema del conocimiento recurriendo a reglas que se aprenden gracias a la experiencia, como ocurre con el enunciado *Todos los hombres son mortales*. Esa postura filosófica, que luego abrazaron Locke, Hume y otros pensadores, se denomina *empirismo*. En el siglo XVIII, Kant propuso una combinación del racionalismo y el empirismo, pues sostenía que el conocimiento humano depende de la experiencia sensible y de las capacidades innatas de la mente.

El estudio de la mente permaneció confinado al campo de la filosofía hasta el siglo XIX, época en que nació la psicología experimental. Wilhelm Wundt y sus discípulos diseñaron métodos de laboratorio para el estudio sistemático de las operaciones mentales.

Al cabo de unas pocas décadas, la psicología experimental cedió terreno ante el *conductismo*, que negaba la existencia de la mente. Algunos conductistas, John B. Watson (1913), por ejemplo, sostenían que la psicología debía limitarse al estudio de la relación entre estímulos y reacciones observables de la conducta.

Hacia 1956, el panorama intelectual experimentó un cambio drástico. George Miller (1956) presentó una reseña de numerosos estudios que demostraban que la capacidad del pensamiento humano es limitada y que la memoria a corto plazo no es capaz de almacenar más de siete elementos. (Por esa razón, es difícil retener un número de teléfono con sus códigos de área o el del carné de la obra social.)

Era la época de las primeras computadoras y de pioneros como John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell y Herbert Simon, fundadores del área del conocimiento conocida como inteligencia artificial. Por su parte, Noam Chomsky (1957, 1959) rechazó los supuestos conductistas sobre el lenguaje como hábito adquirido y afirmó que la capacidad del hombre de comprender el lenguaje se explica en términos de una gramática mental constituida por reglas.

En la década de 1960, Newell y Simon demostraron el poder de las reglas en su descripción de algunos aspectos de la inteligencia humana, tradición retomada en numerosos trabajos posteriores (capítulo 3).

En los años setenta, Minsky propuso la noción de marco conceptual como estructura central de las representaciones del conocimiento. Otros investigadores del área de la psicología y la inteligencia artificial plantearon la existencia de estructuras similares a las que denominaron guiones y esquemas (capítulo 4).

A partir de la década de 1980, se han realizado innumerables trabajos de investigación experimental y computacional centrados en el pensamiento analógico o razonamiento inductivo (capítulo 5).

La década de 1990 fue testigo de la proliferación del uso de técnicas de escaneo cerebral para el estudio de las zonas del cerebro asociadas con el pensamiento y en la actualidad se trabaja con modelos computacionales de la mente cuya estructura refleja la estructura neurológica real.

Esos modelos proponen nuevas formas de entender las emociones y la conciencia (capítulos 10 y 11). Las reacciones contrarias al modelo computacional-representacional se apoyan en el argumento de que el organismo y los entornos físico y social desempeñan un papel importante en el pensamiento (capítulos 12 y 13). Finalmente, nos dedicaremos a plantear el futuro de las ciencias cognitivas y a brindar algunas sugerencias para potenciales trabajos de carácter interdisciplinario (capítulo 14).



Unos 5000 chicos participan de los talleres del Programa Social de Orquestas Infantiles y Juveniles.

MARZO

AGENDA CULTURAL
03/2008
Programación completa en www.cultura.gov.ar

Concursos

Concurso Música en Plural Cultura Nación 2008
Destinado a intérpretes de cualquier especialidad de hasta 32 años de edad.
Inscripción: hasta el 22 de agosto.
Bases y formulario de inscripción en www.cultura.gov.ar

Concurso de óperas primas para realizadoras cinematográficas
Hasta el 10 de marzo.
Presentación de proyectos: Lima 319. Ciudad de Buenos Aires.
Más información en www.incaa.gov.ar

Premio Bienal MNBA / Susana Barón para el estudio de la historia del arte argentino
Se distinguirán ensayos de investigación referidos a obras o conjuntos de obras expuestas en el Museo Nacional de Bellas Artes.
Presentación de trabajos: del 28 de mayo al 2 de junio.
Consultas: premiomnba@gmail.com

Exposiciones

Curatella Manes y Sibellino: la nueva sensibilidad
Desde el martes 18.
Museo Nacional de Bellas Artes. Av. del Libertador 1473. Ciudad de Buenos Aires.

Heliografías, de León Ferrari
Hasta el lunes 24.
Teatro Auditorium. Boulevard Marítimo 2280. Mar del Plata.

Obras del Patrimonio III (1959-2007)
Blanco y negro.
Dibujo, fotografía, grabado, pintura, textil.
Hasta el domingo 9.
Palacio Nacional de las Artes-Palais de Glace. Posadas 1725. Ciudad de Buenos Aires.

Fotografías, de Augusto C. Ferrari
Muestra del artista y arquitecto, padre de León.
Hasta el lunes 24.
Teatro Auditorium. Boulevard Marítimo 2280. Mar del Plata.

Fiesta barroca en Italia
Trajes cortesanos del siglo XVII.
Desde el miércoles 12.
Museo Nacional de Arte Decorativo. Av. del Libertador 1902. Ciudad de Buenos Aires.

Las armas de la pintura. La Nación en construcción
Desde el martes 18.
Museo Nacional de Bellas Artes. Av. del Libertador 1473. Ciudad de Buenos Aires.

Laberinto. Instalación para recorrer
De Linda Kohen.
Hasta el domingo 9.
Palacio Nacional de las Artes-Palais de Glace. Posadas 1725. Ciudad de Buenos Aires.

18 miradas sobre Evita
Muestra colectiva de pinturas.
Hasta el domingo 30.
Museo Evita. Lafinur 2988. Ciudad de Buenos Aires.

Recuperando imágenes de nuestro pasado
Fotografías.
Hasta el jueves 20.
Museo Histórico del Norte. Caseros 549. Salta.

Signos de existencia
Fotografía actual. Francia - Chile - Argentina.
Desde el martes 18.
Museo Nacional de Bellas Artes. Av. del Libertador 1473. Ciudad de Buenos Aires.

Miradas. Fotografías de Asia y África
Obras de Carlos Rozensztroch.
Hasta el domingo 9.
Palacio Nacional de las Artes-Palais de Glace. Posadas 1725. Ciudad de Buenos Aires.

Horacio Quiroga. Del banquete a la selva
Fotos de una vida.
Biblioteca Nacional. Agüero 2502. Ciudad de Buenos Aires.

Lucrecia Moyano. Vidrios
Hasta el domingo 9.
Museo Nacional de Arte Decorativo. Av. del Libertador 1902. Ciudad de Buenos Aires.

Música

Orquesta Sinfónica Nacional
Viernes 14 a las 19.
Bolsa de Comercio de Buenos Aires. Sarmiento 299. Ciudad de Buenos Aires.

Orquesta Sinfónica Nacional y Coro Polifónico Nacional
Miércoles 26 a las 20.30.
Teatro Nacional Cervantes. Libertad 815. Ciudad de Buenos Aires.

Música en Plural 2008
Domingo 30 a las 18.
Centro Nacional de la Música. México 564. Ciudad de Buenos Aires.

Documentales

Fronteras Argentinas, con música en vivo
En marzo y abril, los trece programas que componen la serie se proyectan en pantalla grande.
Miércoles 5 a las 19. "Pablo Dacal y el misterio del lago Rosario", de Ignacio Masllorens. Música: Julieta Rimoldi y Las Buenas Semillas.
Miércoles 12 a las 19. "Altamar", de Eduardo Yedlin, y "Las orillas", de Sergio Wolf.
Miércoles 19 a las 19. "Misión La Paz", de Gianfranco Quattrini y Sebastián Antico, y "Ezeiza", de Gustavo Tieffenberg.
Miércoles 26 a las 19. "El País del Diablo", de Andrés Di Tella, y "Por la razón o la fuerza", de Verónica Chen.
Biblioteca Nacional. Agüero 2502. Ciudad de Buenos Aires.

Cine

Cine argentino de hoy
A las 18.
Miércoles 5: "XXY" (2007). Dirección: Lucía Puenzo.
Miércoles 12: "El resultado del amor" (2007). Dirección: Eliseo Subiela.
Miércoles 19: "La peli" (2006). Dirección: Gustavo Postiglione.
Miércoles 26: "Terapias alternativas" (2007). Dirección: Rodolfo Durán.
Teatro Nacional Cervantes. Libertad 815. Ciudad de Buenos Aires.

Teatro

Todo verde y un árbol lila
Texto y dirección: Juan Carlos Gené.
De jueves a domingo, a las 21.
Teatro Nacional Cervantes. Libertad 815. Ciudad de Buenos Aires.

Hora X: infierno de Dante
Diálogos: Matteo Belli.
Del jueves 13 al domingo 16 a las 21.30.
Teatro Nacional Cervantes. Libertad 815. Ciudad de Buenos Aires.

Programas

Programa Social de Orquestas Infantiles y Juveniles
Las 54 agrupaciones inician los talleres de instrumentos.

Chocolate Cultura Nación, en Lanús
Sábado 1º. A las 18: taller de armado de barriletes. A las 19.30: taller de percusión. Plaza Ricardo Rojas. Bustamente y Damonte. Gerli Este.
Domingo 2. A las 19.30: Sonsonando, del Movimiento de Música para Niños Plaza Manuel Belgrano. Estación Lanús.

Libros y Casas
Próximas entregas de bibliotecas populares con 18 volúmenes en las nuevas viviendas de 21 localidades de Córdoba, Tucumán, Neuquén, La Pampa, Río Negro, Chaco y Chubut.

Actos y conferencias

Reportaje público a Guillermo Francella
Miércoles 26 a las 18.
Teatro Nacional Cervantes. Libertad 815. Ciudad de Buenos Aires.

Libros

Manzi para chicos
Cuentos de Ricardo Mariño, Lucía Laragione, Adela Basch, Carlos Schlaen, Graciela Repún, Marcelo Birmajer y Oche Califa, inspirados en tangos de Manzi.
Los textos están disponibles en www.cultura.gov.ar

Población y bienestar en la Argentina del primero al segundo centenario
Una compilación de Susana Torrado, con prólogo de José Nun y artículos de 40 especialistas.
En venta en librerías del país.

AGENDA CIENTIFICA

POSGRADOS

Lanzan Diplomatura de Divulgación Científica

La Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales de la Universidad de Morón lanza su Diplomatura en Divulgación Científica, a cargo de la licenciada Diana Cazaux.

La diplomatura, con una duración de 7 meses y una carga horaria de 224 horas, está dirigida a egresados de carreras de todas las disciplinas.

Esta propuesta se vincula con la difusión de la ciencia en un sentido estricto, apuntando a la formación de recursos humanos con relación a la divulgación científica y sus implicancias sociales, poniendo especial énfasis en el lugar que ocupa la ciencia en la sociedad y las articulaciones entre la tecnología y el uso responsable de la misma.

Para mayor información dirigirse al Departamento de Graduados de la U.M.: *graduados@unimoron.edu.ar* Tel. 5627-2000 internos 266 o 282.

También pueden comunicarse vía mail a: *dcazaux@unimoron.edu.ar*

Inscripción abierta al Doctorado en Ciencias de la Salud

La Fundación Barceló abre la inscripción para el Doctorado en Ciencias de la Salud, destinado a médicos y profesionales egresados de carreras de ciencias de la salud. El doctorado comenzará a dictarse en abril 2008.

Informes e inscripción: 4805-2607 o a través de: *informesba@barcelo.edu.ar*

Pueden dirigirse personalmente a Fundación H. A. Barceló. Av. Las Heras 2191. Tel. 4804-4723/ 4805-2607 / int. 42/49. La web de consulta es *www.barcelo.edu.ar*

Inscripción abierta a la Maestría en Salud Pública

Entre sus objetivos, esta carrera multidisciplinaria que engloba a las 13 Facultades que integran la UBA pretende promover la elaboración de proyectos para el mejoramiento de la calidad de los servicios de atención a la salud.

Su inicio fue fijado para el mes de abril.

La Universidad de Buenos Aires otorgará el título de Magíster en Salud Pública en las siguientes áreas: Campo de la Salud Pública, Situación de Salud, Servicios de Salud, Salud y Sociedad, Política y Sistemas de Salud y Trabajo en escenarios.

La Maestría tiene una duración total de 2 años y su modalidad de dictado será presencial.

Los talleres se desarrollarán en forma intensiva durante tres días semanales: jueves, viernes y sábado de 9 a 19. El número de vacantes a cubrir es 40.

La sede de cursada es Pte. J.E. Uriburu 950, primer piso, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Para solicitar entrevista de consulta: 4508-3618/4508-3628/ int. 219.

futuro@pagina12.com.ar

GENETICA Y ESTADISTICA

Los mil y un genomas

POR ESTEBAN MAGNANI

El 26 de junio de 2000 se proclamó con bombos y platillos un nuevo “gran salto para la humanidad”. En la ocasión, el entonces presidente de los EE.UU., Bill Clinton, y el primer ministro de Gran Bretaña, Tony Blair, anunciaron que se había decodificado el primer genoma humano completo, es decir, la secuencia completa de los poco más de 3000 millones de pares de nucleótidos que se enroscan en el ADN humano.

Clinton aseguró que, gracias a la trabajosa lectura de la secuencia, la “humanidad está a punto de ganar un inmenso poder para sanar”. Blair no se quedaba atrás y, muy suelto de ropas, sentenciaba que se trataba “del primer gran triunfo tecnológico del siglo XXI”.

Si bien semejantes personajes hablando de esta manera pueden generar algunas suspicacias, lo cierto es que el avance era enorme pero faltaba mucho, pero mucho, trabajo por hacer. Por empezar conocer la secuencia de “letras” que componen el ADN es lo mismo que tener un libro escrito en un idioma desconocido; para peor, un libro en el que sólo algunas partes, los genes, realmente quieren decir algo.

Los nucleótidos que se unen para formar los peldaños de la escalera enroscada del ADN, en su inmensa mayoría carecen de información útil para producir alguna proteína, es decir, tener algún efecto sobre el cuerpo humano.

Sólo algunos de estos nucleótidos combinados son capaces de codificar proteínas que realmente cumplan alguna función, pero detectarlos es muy trabajoso, ya que no hay ningún mojón que indique dónde comienza ni dónde termina un gen que codifica, por ejemplo, el color de ojos, el funcionamiento de las células del hígado o la estatura.

Para colmo de males, en muchos casos, las variables de este tipo son en realidad el resultado de la interacción de varios genes distintos. Y por si fuera poco ni siquiera aún hoy se sabe realmente cuántos genes tiene el ADN humano; las apuestas van desde los casi 40.000 detectados con cierta certeza hasta los 100.000 que imaginan los más audaces.

Sean 40 o 100 mil, estos genes son los encargados de codificar todo lo que somos y mantener la maquinaria funcionando, al menos por un tiempo.

Desde el famoso anuncio, hasta la actualidad, ha corrido bastante ADN bajo los microscopios y se hizo aún más obvio lo que siempre se supo: un solo ADN humano no puede decir mucho.

Es que si bien más de un 99% del ADN de todos los seres humanos es igual (sólo entre 3 y 1,5% nos diferencia de los chimpancés), es justamente el otro 1% el que nos hace diferentes y donde se ubican, por así decirlo, las enfermedades que pueden tener una causa genética comprobada (muy pocas) o generar una proclividad genética a padecerlas. Evidentemente, para detectar “irregularidades genéticas” con una frecuencia muy baja (como la fibrosis quística, que afecta a menos de un 0,1% de la población) es necesaria una muestra mucho más amplia.

Instituto de Biología Molecular de Barcelona

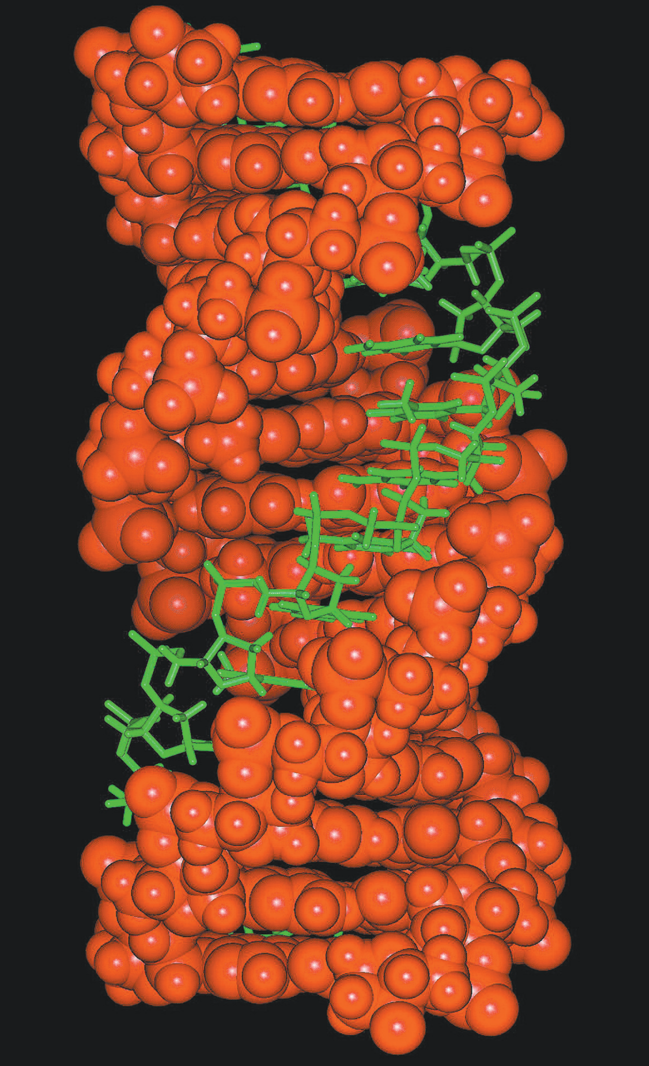


FIGURA DE UNA TRIPLE HELICE.

Es por eso que recientemente (también con bombos y platillos) se anunció el Proyecto 1000 Genomas que busca obtener suficientes muestras como para tener evidencia genética estadísticamente útil.

LOS MIL Y UN GENOMAS

El proyecto será encabezado por tres entidades; las dos primeras son el *National Human Genome Research Institute* de EE.UU. y el *Wellcome Trust Sanger Institute de Cambridge* de Inglaterra; la tercera, como era de esperar en estos tiempos que corren, proviene de China: el *Instituto de Genómica de Shenzhen*.

Las etapas previstas por el proyecto son tres; en la primera se analizará exhaustivamente el genoma de dos grupos de tres personas consanguíneas (de los padres y uno de sus hijos). Uno de estos grupos familiares habita en Utah (EE.UU.) y tiene raíces europeas; el otro es de Nigeria y tiene raíces yorubas.

Estos genomas, en particular, serán analizados en forma completa unas 20 veces, para asegurar el menor número posible de los errores típicos que se pueden esperar de una secuencia de más de 3000 millones de pares (o escalones).

En la segunda etapa se analizará dos veces el genoma de 180 personas más. Ya en la tercera etapa se enfocará más específicamente en los genes que pueden tener más relevancia para las terapias génicas, es decir, aquellos que pueden estar teniendo variaciones que producen eventuales enfermedades. Las muestras serán tan variadas como sea posible: japoneses de Tokio, chinos de Beijing, masai de Kenia, indios que viven en los EE.UU., etcétera.

Junto a las muestras de sangre, de donde se obtendrá el ADN, se sacarán algunos datos generales como la estatura, historia clínica, color de piel, etcétera. Una muestra de esta amplitud permitiría obtener ciertas regularidades estadísticas que indiquen aquellas partes del código que son más relevantes y que sirvan de base para estudios sobre enfermedades específicas.

En la actualidad existen 100 genes que están asociados con genes particulares: una muestra más amplia permitiría fortalecer la conexión o desestimarla, además de establecer otras nuevas.

Por otra parte, la amplitud de la muestra permitirá tener mucha más evidencia sobre la evolución humana y las corrientes migratorias de los primeros homínidos desde su salida de Africa hacia los otros continentes.

DINERO Y COMPUTADORAS

El desafío que implica el proyecto no es estrictamente biológico: los volúmenes de información que se obtendrán son enormes y su desciframiento es casi titánico. Se calcula que durante los dos años que durará el proyecto se llegará a decodificar cerca de dos genomas humanos completos por día, es decir, unos 8000 millones de pares de bases.

Transformar eso en información útil tampoco será tarea fácil ni económica y sólo será posible gracias a la ayuda de poderosas compañías de informática y el financiamiento de los Estados más poderosos del mundo.

Lo bueno es que se mantendrá la política, antes cuestionada, de dejar la información abierta al público. Sólo queda sentarse a esperar el próximo salto de la genética, que se ha transformado en una especie de hermenéutica acelerada del libro de la vida.